



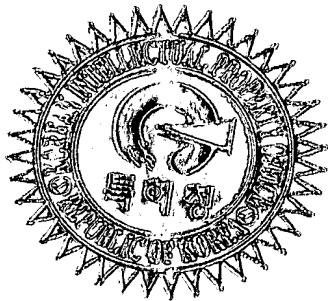
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0077710  
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 12월 09일  
Date of Application DEC 09, 2002

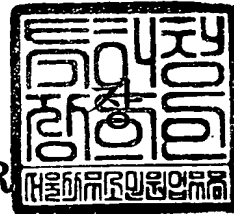
출원인 : 주식회사 포스코 외 1명  
Applicant(s) POSCO, et al.



2003 년 12 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	서지사항 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.11.28
【제출인】	
【명칭】	주식회사 포스코
【출원인코드】	1-1998-004076-5
【사건과의 관계】	출원인
【제출인】	
【명칭】	도시바미쯔비시 -일렉트릭 인더스트리얼 시스템즈 코퍼레이션
【출원인코드】	5-2003-042483-4
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-047302-4
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2002-0077710
【출원일자】	2002.12.09
【발명의 명칭】	사상 압연에 있어서 제어성 이상 진단 장치
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-2002-0407614-64
【접수일자】	2002.12.09
【보정할 서류】	특허출원서
【보정할 사항】	
【보정대상항목】	발명자
【보정방법】	정정
【보정내용】	
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박철재
【성명의 영문표기】	PARK, Cheol Jae
【주민등록번호】	690825-1093618

【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 주식회사 포스코 기술연 구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최승갑
【성명의 영문표기】	CHOI, Seung Gap
【주민등록번호】	570311-1005716
【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동동 1번지 주식회사 포스코 기술연 구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	와카미야 , 요시노리
【성명의 영문표기】	WAKAMIYA, Yoshinori
【주소】	일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭 인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내
【주소의 영문표기】	In ToshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan
【국적】	JP
【발명자】	
【성명의 국문표기】	니타 , 이소코
【성명의 영문표기】	NITTA, Isoko
【주소】	일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메 13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭 인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내
【주소의 영문표기】	In ToshibaMitsubishi-Electric Industrial Systems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan
【국적】	JP
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이나미 , 하루키
【성명의 영문표기】	INAMI, Haruki

【주소】 일본국 도쿄도 108-0073, 미나토부, 미타 3초메  
13-16, 미타 43엠티 빌딩, 도시바미쯔비시-일렉트릭  
인더스트리얼 시스템 즈 코퍼레이션 내

【주소의 영문표기】 In ThoshibaMitsubishi-Electric Industrial Sys  
tems Corporation, MITA43MT BLDG., 13-16 Mita3  
-Chome, Minato-Ku, Tokyo 108-703, Japan

【국적】 JP

【취지】 특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규  
정에의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인  
전영일 (인)

【수수료】

【보정료】	0	원
【기타 수수료】	원	
【합계】	0	원

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2002.12.09
【발명의 명칭】	사상 압연에 있어서 제어성 이상 진단 장치
【발명의 영문명칭】	Fault diagnosis apparatus for control in hot strip mill
【출원인】	
【명칭】	주식회사 포스코
【출원인코드】	1-1998-004076-5
【대리인】	
【성명】	전영일
【대리인코드】	9-1998-000540-4
【포괄위임등록번호】	1999-047302-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박철재
【성명의 영문표기】	PARK, Cheol Jae
【주민등록번호】	690825-1093618
【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동 1번지 주식회사 포스코 기술연구소 내
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최승갑
【성명의 영문표기】	CHOI, Seung Gap
【주민등록번호】	570311-1005716
【우편번호】	790-300
【주소】	경상북도 포항시 남구 괴동 1번지 주식회사 포스코 기술연구소 내
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 전영일 (인)

【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 18 면 18,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 0 항 0 원

【합계】 47,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 특히, 제어상의 이상에 의한 사상 압연 출력의 품질 불량 여부를 판단할 수 있는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

본 발명에 따르면,  $i$  샘플에서의 운전자 롤 갭 수동 개입량과  $i+1$  번째 운전자 롤 갭 수동 개입량의 차가 기설정값보다 크면, 운전자의 롤 갭 수동 개입에 의한 불량으로 최종 판정하는 운전자 개입 판단부;  $i$  샘플에서의 롤 갭 설정치와 롤 갭 실적치의 편차가 0으로 수렴하면, APC 불량으로 최종 판정하는 APC 판단부; 압연 하중 편차가 기설정된 값보다 크면, 선단부 하중과 판 두께가 상관성이 있는지를 판단하여 FSU 변형 저항 예측 불량이 있는지를 판정하는 압연 하중 편차 판단부; 및 출력 온도 실적이 기설정값보다 크면, 출력 온도와 판 두께 실적이 상관성이 있는지를 판단하여 FSU 온도 예측 불량이 있는지를 판정하는 온도 편차 판단부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치가 제공된다.

【대표도】

도 2

【색인어】

사상 압연, 이상 진단, 열연, 제어성

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

사상 압연에 있어서 제어성 이상 진단 장치 {Fault diagnosis apparatus for control in hot strip mill}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1a 내지 도 1f는 본 발명의 일 실시예에 따른 사상 압연에 있어서 제어성 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도로서,

도 1a는 FSU 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 1b는 선단부 V 자 불량 판단 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 1c는 선단부 V 자 불량 원인 진단 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 1d는 네킹(Necking) 진단 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 1e는 AGC 게인 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 1f는 AGC 제어기 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도이고,

도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 사상 압연에 있어서 제어성 이상 진단 장치의 구성도이다.

## \* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

201 : 상부 사상 압연 롤

202 : 하부 사상 압연 롤

203 : 압연판

204 : 사상 압연 입측 온도계

205 : 사상 압연 출측 두께계

206 : 사상 압연 출측 온도계



207 : 압연 하중 측정 센서	208 : 롤 갭 측정 센서
210 : SCC 설정부	211 : 실측 데이터 수집부
212 : 출측 두께계 로드온 판단부	213 : 두께 편차 과다 판단부
214 : 운전자 개입 및 APC 판단부	215 : 압연 하중 편차 판단부
216 : 온도 편차 판단부	217 : 판 두께 최소치 연산부
218 : 이상 판정 두께 추출부	219 : 판 두께 최대치 연산부
220 : 선단 두께 V 자 결함 판단부	
221 : 두께/온도 실적 상관성 판단부	
222 : 두께/ 운전자 개입 상관성 판단부	
223 : 속도 설정 판단부	224 : 운전자 개입 판단부
330 : 두께/폭 극성 판단부	331 : 온도/두께 극성 판단부
332 : 두께/갭 발생 시점 판단부	333 : 네킹 표시부
334 : 두께 수렴 시간 연산부	335 : 두께 수렴 시간 판단부
336 : AGC 게인 부족 표시부	337 : 온도/두께 상관도 연산부
338 : 온도/두께 상관도 판단부	339 : 압연 하중 주파수 변환부
340 : 주파수 판단부	341 : AGC 이상 표시부

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <29> 본 발명은 열간 사상 압연 이상 진단 장치에 관한 것이며, 특히, 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 그 중에서도 사상 압연기의 제어상의 이상에 의한 사상 압연 출측의 품질 불량 여부를 판단할 수 있는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치에 관한 것이다.
- <30> 최근 열연 마무리 압연 공정에서는 제품 품질 향상 요구가 점점 더 높아지고 있고 다품종 소량 생산 형태로 생산되고 있어, 보다 더 정밀도가 높은 품질 제어 시스템을 필요로 하고 있다.
- <31> 열연 제품 생산은 각종 컴퓨터 및 제어 시스템에 의한 고도의 제어로 안정적인 조업을 함으로써, 품질 정도 허용치를 확보하고 있다. 그러나, 제어 시스템 갱신 또는 안정적인 상태에서도 가끔 조업의 불안정이나 제품 불량이 발생하고 있다.
- <32> 이러한 것들은 크게 분류하면, 제품의 재질, 운전자의 조업 방법, 압연 설비 및 제어 시스템 등이 원인이다. 조업 불안정과 제품 불량이 발생한 경우에는 구체적으로 시스템 불량인지 운전자의 조작 이상인지 등을 판단하여 재발 방지를 위한 대책을 마련하여야 한다. 종래에는 이상 진단을 행하기 위하여 제품 단위로 계산기에 수집 저장된 실적 평균 데이터를 비교 분석하거나, 실적 평균 데이터를 이용한 간단한 모의 실험 검증 등을 수행하는 방법을 채용하고 있다.

- <33> 그러나, 상세한 원인 분석을 해야 하는 경우, 주로 온라인 아날로그 데이터 차트를 보고 판단하는 것이 필요하기 때문에 전문가 수작업에 의존하는 경우가 대부분이며, 이에 따라 분석 시간이 많이 걸리는 문제와 실적 관리가 곤란한 면이 있었다.
- <34> 따라서, 품질 제어 시스템에 의하여 고품질의 제품을 생산하기 위해서는 운전자가 순간적으로 판단할 수 없는 품질 및 제어 이상 원인을 빠르게 추정하는 것을 지원하는 진단 시스템의 개발이 필요하다.
- <35> 지금까지 압연기의 품질 진단 기술과 관련된 선행 기술들을 살펴 보면, 다음과 같다.
- <36> 첫번째로, 출원인이 '포항 종합 제철 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '압연기의 이상 진단 장치'(공개 번호 : 특 2001-0027829)를 살펴 보면, 다음과 같다.
- <37> 본 특허 출원은 다단 스탠드로 구성된 압연기를 대상으로 설비 불량, 조업 불량을 진단하는 압연기 이상 진단 장치에 관한 것으로, 철강 플랜트에서의 다단 스탠드로 구성된 압연기를 대상으로 두께, 형상 및 설비에 대한 이상 판정과 요인 진단을 자동으로 수행하도록 함으로써, 고속, 고정확도의 진단이 가능하고, 진단 임계치를 강판의 양부 판정 결과와 진단 결과가 정합성을 유지하도록 적절하게 조정하도록 한다. 이렇게 함으로써, 대상의 특성이 변화하는 경우에도 적절한 임계치가 유지되어 항상 고정확도의 진단을 수행하도록 한 것이 본 선행 기술의 특징이다.
- <38> 그런, 상기 선행 기술은 품질의 이상 판정을 위하여 단순히 임계치와의 크기를 비교하여 양부를 결정하는 내용으로 되어 있어 룰 베이스(Rule Base)에 의한 본 출원과는 차이가 난다. 또한, 상기 특허는 대상의 특성이 변화할 때, 임계치를 자동으로 변경하여 진단하는 기술이기 때문에 최적의 임계치를 설정하는 것이 진단 성공율을 좌우하는 기준이 될 수 있다. 그

러나 이와 같은 임계치의 최적 설정은 강종과 사이즈, 압연 조건 및 현장의 상황에 따라서 선정되는 것으로 매우 힘들다는 문제점이 있다.

- <39> 두번째로, 출원인이 '미쓰비시 전기 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '이상 진단 장치 및 이상 진단 방법(일본 공개 번호 : 특개평 11-347614)을 살펴 보면, 다음과 같다.
- <40> 본 선행 기술은 압연된 압연재의 판 두께와 목표 판 두께의 편차를 연산하고, 그 편차가 기준치를 초과한다면, 판 두께 이상으로 인정한다. 즉, 판 두께의 국소적 최소치와 국소적 최대치를 검출하여, 그 국소적 최소치와 최대치의 편차가 미리 설정된 기준치를 초과하면, 판 두께 이상으로 인정한다. 또한, 이상 발생 원인을 주로 롤 속도 밸런스와 밀 모터의 토크 실적 및 압연 하중 실적으로부터 판정하고 있다.
- <41> 그러나, 압연기의 두께 이상의 원인은 이보다 훨씬 다양한 원인에 의하여 발생하고 있으므로, 상기 선행 기술로는 완전한 품질 진단을 할 수 없다는 문제점이 있다.
- <42> 세번째로, 출원인이 '미쓰비시 전기 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '온라인 롤 연삭 장치의 고장 진단 방법'(공개 번호 : 특개평 7-251210)을 살펴 보면, 다음과 같다.
- <43> 상기 선행 기술은 운전자의 육안에 의지하지 않고, 자동적으로 온라인 롤 연삭 장치의 고장을 진단한 기술로서, 하우징 내부의 롤을 회전시키면서, 그 외주면에 회전 가능한 슷들을 끼우고, 이 슷들을 롤 축 방향으로 왕복 이동시키며 연삭하는 온라인 롤 연삭 장치에 있어서, 상기 롤의 슷들에 의한 연삭 중에 슷들 구동 회전 장치의 출력 토크를 검출하고, 출력 토크가 상한치를 초과하거나, 하한치 미만인 경우에 이상이라고 진단하는 방법이다.
- <44> 본 선행 기술도 상기 타 선행 기술과 마찬가지로 단순히 경계치에 대한 특허로서, 완전한 진단이 힘들다는 문제점이 있다.

<45> 네번째로, 출원인이 '신일본 제철 주식 회사'이고, 발명의 명칭이 '압연롤용 축수의 이상 진단 장치'(공개 번호 : 특개평 7-63605)를 살펴 보면, 다음과 같다.

<46> 상기 선행 기술은 진단시에 압연롤이 압연롤용 베어링에 가중한 하중을 측정하고, 베어링의 이상 검출 범위를 폭넓게 진단할 수 있는 압연롤용 베어링의 이상 진단 장치에 관한 것이나, 본 선행 기술도 상기 타 선행 기술과 마찬가지로 문제점들이 있다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<47> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 열간 사상 압연에서 압연 및 제어 상태를 나타내는 모든 설정 데이터와 실시간 데이터를 가지고 제어 및 물리 현상을 표현하는 수식 모델과 조업 경험을 바탕으로 구축된 데이터베이스를 이용하여 두께 품질 이상 진단을 수행하며, 특히, 사상 압연에서의 세부적인 이상 진단 방법 중 사상 압연기의 제어상의 이상에 의한 사상 압연 출력의 품질 불량 여부를 판단할 수 있는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<48> 앞서 설명한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르면, 사상 압연에서 제어성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 제어성 이상 진단 장치에 있어서, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부; 상기 SCC 설정부에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 큰지 여부를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부; 상기 두께 편

차가 수요가의 관리 공차보다 크고,  $i$  샘플에서의 운전자 롤 겹 수동 개입량과  $i+1$  번째 운전자 롤 겹 수동 개입량의 차가 상기 SCC 설정부에서 기설정된 값보다 크면, 운전자의 롤 겹 수동 개입에 의한 불량으로 최종 판정하는 운전자 개입 판단부; 상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고,  $i$  샘플에서의 롤 겹 설정치와 롤 겹 실측치의 편차가 0으로 수렴하면, APC 불량으로 최종 판정하는 APC 판단부; 상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고, 압연 하중 편차가 기설정된 값보다 크면, 선단부 하중과 판 두께가 상관성이 있는지를 판단하여 FSU 변형 저항 예측 불량이 있는지를 판정하는 압연 하중 편차 판단부; 및 상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고, 출측 온도 실적이 임의의 설정값보다 크면, 출측 온도와 판 두께 실적이 상관성이 있는지를 판단하여 FSU 온도 예측 불량이 있는지를 판정하는 온도 편차 판단부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치가 제공된다.

<49> 또한, 사상 압연에서 제어성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 제어성 이상 진단 장치에 있어서, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 겹 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부; 두께계 On 시점부터 일정한 구간의 두께 실적을 추출하고 두께 편차가 상기 SCC 설정부에서 기설정된 값보다 작은지를 판단하여 이 구간에서의 두께 실적 최소치를 계산하는 판 두께 최소치 연산부; 상기 최소치 추출 위치에서 일정한 구간의 두께 데이터 실적을 추출하는 이상 판정 두께 추출부; 상기 일정 구간에서의 두께 실측치 최대치를 연산하는 판 두께 최대치 연산부; 및 상기 두께 실적 최소치와 최대치의 편차가 기설정값보다 큰지를 판단하여 선단부 판 두께 V 자형 결함이 발생하였는지 여부를 판단하는 선단 두께 V 자 결함 판단부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치가 제공된다.

<50> 또한, 보다 더 양호하게는, 선단부 판 두께 V 자형 결함이 발생한 것으로 최종 판단되면, 상기 두께 실적과 출측 온도 실적이 상관성이 있는지 여부를 판단하여 상관성이 있으면, 전단 스탠드의 온도 냉각에 불량이 있는 것으로 최종 판정하는 두께/온도 실적 상관성 판단부; 상기 V 자 불량이 운전자의 롤 겹 개입과 동극성을 가지는지 여부를 판단하여 동극성이 없으면, 운전자의 겹 개입으로 두께가 확보된 것으로 최종 판정하는 두께/운전자 개입 상관성 판단부; 롤 속도 설정치 및 실측치의 차이가 0으로 수렴하면, 겹 설정에 의한 두께 불량이 발생한 것으로 최종 판정하는 속도 설정 판단부; 및 상기 롤 속도 설정치 및 실측치의 편차가 0으로 수렴하지 않고 상기 SCC 설정부에서 기설정된 값보다 크면 FSU 속도 설정 불량으로 판단하고, 상기 두께 실적과 장력이 동극성을 가지는지를 최종적으로 계산하여 롤 속도 개입이 발생했는지 여부를 판정하는 운전자 개입 판단부; 롤 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치가 제공된다.

<51> 또한, 사상 압연에서 제어성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 제어성 이상 진단 장치에 있어서, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 겹 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부; 사상 압연 출측 온도와 두께 실적의 상관도를 연산하기 위한 온도/두께 상관도 연산부; 상기 온도/두께의 상관도 크기가 상기 SCC 설정부에 기설정된 값보다 작으면, 압연 하중의 정상부 실적을 주파수 변환하기 위한 압연 하중 주파수 변환부; 사상 압연 두께 실적의 주파수 분석에서 자주 나타나는 스킵마크 주파수 및 롤 편심에 대한 주파수 성분을 상기 압연 하중 주파수 변환부의 결과물에서 제거하여 모니터 AGC의 주파수 성분과 롤 포스 AGC의 주파수 성분이 감지되는지 여부를 판단하는 주파수 판단부; 및 상기 각각의 주파수가 감지되면 모니터 AGC 현팅인지 롤 포스 AGC 현팅인

지를 최종적으로 판단하여 표시하는 AGC 이상 표시부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치가 제공된다.

<52> 또한, 보다 더 양호하게는, 상기 두께 실측치와 목표 두께의 편차가 평가 기준값으로 수렴하는 시간을 연산하는 두께 수렴 시간 연산부; 상기 수렴 시간이 상기 SCC 설정부에서 설정된 기설정값보다 큰지 여부를 판단하는 두께 수렴 시간 판단부; 및 상기 수렴 시간이 기설정값보다 크면 모니터 AGC의 게인 부족을 최종적으로 판단하여 표시하는 AGC 게인 부족 표시부; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치가 제공된다.

<53> 또한, 보다 더 양호하게는, DC(Down Coiler) On 시점에서 폭 변동과 두께 변동이 동극성을 가지는지 여부를 판단하여 동극성을 가지면 네킹(Necking)이 발생하였다고 최종적으로 판단하는 두께/폭 극성 판단부; 온도 변동과 두께 변동의 상관성을 판정하여 상관성이 있으면 소재 온도 불량으로 최종 판정하는 온도/두께 극성 판단부; 두께 변동이 발생한 스탠드에서 운전자의 겹 개입이 존재하였는지를 판단하여 운전자 겹 개입 불량을 최종적으로 판정하는 두께/겹 발생 시점 판단부; 및 두께 변동이 발생한 시점에서 겹 개입도 없었다면 이는 폭 변동 없이 네킹이 발생한 것으로 최종 판단하는 네킹 표시부; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치가 제공된다.

<54> 아래에서, 본 발명에 따른 양호한 일 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명 하겠다.

<55> 도 1a 내지 도 1f는 본 발명의 일 실시예에 따른 사상 압연에 있어서 제어성 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도로서, 도 1a는 FSU 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 1b는 선단부



V 자 불량 판단 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 1c는 선단부 V 자 불량 원인 진단 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 1d는 네킹(Necking) 진단 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 1e는 AGC 게인 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 1f는 AGC 제어기 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도이다.

<56> 도 1a를 참조하면, FSU 이상 진단 방법은 다음과 같다.

<57> 먼저, 스텝 S101에서, 각 압연 조건에 따라 설정된 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 설정값을 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부(210)로부터 읽어 들인 후, 스텝 S102에서, 스탠드 출측에 설치되어 있는 두께계(205)로부터 압연판(203)의 두께 신호가 인가되는지, 즉, 상기 출측 두께계에 로드온(Load On)되었는지 여부를 판단한다. 압연판이 검지되면, 본 발명에서 제시하는 알고리즘들이 동작하게 된다.

<58> 그리고, 스텝 S103에서, 상기 두께계(205), 출측 온도계(206), 압연 하중 측정 센서(207) 및 롤 갭 측정 센서(208)로부터 각각 실측 데이터를 수집한다.

<59> 이어서, 스텝 S104에서, 상기 두께계(205)로부터 수집된 두께 편차가 수요가의 관리 공차(수요자들이 요구하는 공차 범위)보다 큰지 여부를 판단한다. 이는 수요가의 관리 공차보다 큰 경우에는 두께 불량으로 판단되기 때문이다.

<60> 상기 스텝 S104에서의 판단 결과, 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 작으면, 종료하고, 크면, 스텝 S105에서, 운전자의 롤 갭 개입이 있었는지 여부를 판단한다. 이때, 판단 방법은 아래의 [수학식 1]의 조건에 의한다.(운전자의 롤 갭 수동 개입 존재 유무 판단 방법)

<61> **【수학식 1】**  $|S_{both,i} - S_{both,i-1}| > X(um) \rightarrow$  운전자의 롤 갭 수동 개입이 존재하는 것으로 판단.

- <62> 여기서, 상기  $S_{both,i}$ 는 i 샘플에서의 운전자 롤 겹 수동 개입량의 나타내고, X는 상기 SCC 설정부(210)에서 설정되는 값으로써, 본 실시예에서는 10 ~ 50 (um)로 선정하였다.
- <63> 상기 스텝 S105에서의 판단 결과, 운전자의 수동 개입이 있으면, 스텝 S106에서, 운전자 수동 개입 불량을 체크하는 알고리즘을 수행한다.
- <64> 상기 스텝 S105에서의 판단 결과, 운전자의 수동 개입이 없으면, 스텝 S107에서, APC(Automatic Position Controller)에 의한 두께 불량 여부를 판단하는 바, 이는 아래의 [수학식 2]에 의한다.(APC 불량 유무 판단 방법)
- <65> 【수학식 2】  $|S_{ref,i} - S_{fbk,i}| \ll 1 \rightarrow$  APC 불량 발생
- <66> 여기서, 상기  $S_{ref,i}$ 는 i 샘플에서의 롤 겹 설정치이고,  $S_{fbk,i}$ 는 i 샘플에서의 롤 겹 실측치(실적치 또는 피드백치)를 나타낸다.
- <67> 상기 스텝 S107에서의 판단 결과, 롤 겹 설정치와 실측치의 편차가 0으로 수렴하면, APC 불량은 없는 것으로 취급하지만, 그러하지 아니하면, APC 불량으로 판단하고, 스텝 S108에서, APC 불량 로직을 수행하게 된다.
- <68> 스텝 S109는 APC 불량이 아닌 경우, 압연 하중의 편차가 기설정된 값  $\alpha$ 보다 큰지 여부를 판단하는 단계이다. 여기서  $\alpha$ 는 상기 SCC 설정부(210)에서 기설정된 값이다.
- <69> 상기 스텝 S109에서의 판단 결과, 압연 하중의 편차가 기설정값  $\alpha$ 보다 크면, 스텝 S110에서, 선단부의 하중과 판 두께가 상관성이 있는지 여부를 판단한다. 이때, 상관성의 판단은 아래의 [판정식 1]에 의한다.(두께 및 하중 변화의 상관성 판정 방법)
- <70> [판정식 1]
- <71> 1) 두께가 (-) 불량이고, 하중 편차가 (+)인 경우  $\rightarrow$  상관성 큼.

<72> 2) 두께가 (+) 불량이고, 하중 편차가 (-)인 경우 --> 상관성 큼.

<73> 3) 그 외의 경우에는 상관성 없음.

<74> 상기 스텝 S110에서의 판단 결과, 상관성이 있으면, 스텝 S111에서, FSU의 변형 저항 예측식에 불량이 있을 수 있으므로, 이 수식 모델을 체크하는 과정을 수행하게 된다.

<75> 한편, 상기 스텝 S109에서의 판단 결과 압연 하중 편차가 기설정값  $\alpha$  이하이거나, 상기 스텝 S110에서의 판단 결과 상관성이 없으면, 스텝 S112에서, 출력 온도 실적(FDT)이 기설정값  $\beta$ 보다 큰지 여부를 판단한다. 여기서,  $\beta$ 는 상기 SCC 설정부(210)에서 기설정된 값이다.

<76> 상기 스텝 S112에서의 판단 결과, FDT가  $\beta$ 보다 크면, 스텝 S113에서, 온도와 판 두께가 상관성이 있는지 여부를 판단한다. 두 데이터의 상관성 판단은 아래의 [판정식 2]에 의한다.(두께 및 온도 변화의 상관성 판단 방법)

<77> [판정식 2]

<78> 1) 두께가 불량인 시점에서 온도 편차의 변화가 큰 경우 --> 상관성 큼.

<79> 2) 그 외의 경우에는 상관성 없음.

<80> 상기 스텝 S113에서의 판단 결과, 상관성이 크면, 스텝 S114에서, FSU의 온도 예측 모델에 불량이 있을 수 있으므로, 이 수식 모델을 검증하는 과정을 수행하게 된다.

<81> 도 1b를 참조하면, 선단부의 V 자 두께 불량 발생 유무 진단 방법은 다음과 같다.

<82> 먼저, 스텝 S121은 선단부, 즉, 두께계 온(On)부터 약 10 초간의 두께 실적을 추출하는 과정으로서, 이 과정의 두께 실적을 판단 데이터로 이용하게 된다.

- <83> 이어서, 스텝 S122에서, 상기 선단부의 두께 편차가 기설정된 값  $\gamma$ 보다 작은지를 판단한다. 여기서,  $\gamma$ 는 상기 SCC 설정부(210)에서 기설정된 값으로서, 보통 -50 ~ -100 ( $\mu\text{m}$ ) 사이의 값으로 선정된다. 만약 이 단계에서 두께 편차가  $\gamma$ 보다 작다면, 이것은 바로 선단부의 판 두께가 V 자 불량을 가진다는 것으로 판단되므로, 스텝 S123에서, 선단부 판 두께에 V 자형 결함이 발생했다는 것으로 최종 판단한 후, 종료한다.
- <84> 상기 스텝 S122에서의 판단 결과, 두께 편차가  $\gamma$ 보다 작지 않으면, 이러한 경우에도 선단 V 자 불량이 발생할 수 있으므로, 스텝 S124에서, 두께계 온(On) 시점에서부터 기설정된 시간(본 실시예에서는 3초로 설정하였음.) 동안의 두께 실적을 추출한 후, 스텝 S125에서, 상기 기설정된 시간 범위내에서 두께 실적의 최소치를 연산하고, 스텝 S126에서, 상기 최소치 추출 위치에서 기설정된 시간동안(본 실시예에서는 10초로 설정하였음.) 두께 실적을 추출한다.
- <85> 이어서, 스텝 S127에서, 상기 스텝 S124 내지 스텝 S126에서 최소치를 구하는 것과 마찬가지로 두께 실적의 최대치를 구한 후, 스텝 S128에서, 상기 스텝 S125에서 구한 두께 실적 최소치와 상기 스텝 S127에서 구한 두께 실적 최대치의 편차를 계산하여 그 값이  $\gamma$ 보다 큰지 여부를 판단한다. 여기서  $\gamma$ 는 상기 SCC 설정부(210)에서 설정되는 값이다.
- <86> 상기 스텝 S128에서의 판단 결과, 편차가  $\gamma$ 보다 크면, 선단부 판 두께에 V 자형 결함이 발생한 것으로 최종 판단하게 된다.
- <87> 상술한 바와 같이 V 자 결함을 두 가지 알고리즘으로 구분하는 이유는 V 자 불량 경우에는 두께 편차가 0에서 시작하여 -50 ( $\mu\text{m}$ ) 이상 되는 것도 있고, 30 ~ 50 ( $\mu\text{m}$ )에서 시작하여 -30 ~ -40 ( $\mu\text{m}$ )가 되는 경우도 있기 때문이다.

- <88> 도 1c는 선단부 V 자 불량 원인 진단 방법을 나타낸 흐름도로서, 이를 상세히 설명하면, 다음과 같다.
- <89> 먼저, 스텝 S131에서, 두께 실적과 온도 실적과의 상관성을 판단한다. 상관성 판단 방법은 상기 [판정식 2]와 같은 방법으로 한다. 상기 스텝 S131에서의 판단 결과, 두 데이터가 상관성이 있으면, 스텝 S132에서, 전단 스탠드의 온도 냉각에 문제가 있는 것으로 최종 판단하고 종료한다.
- <90> 그리고, 상기 스텝 S131에서의 판단 결과, 두 데이터가 상관성이 없으면, 스텝 S133에서, V 자 불량과 운전자 롤 갭의 개입이 동극성을 가지는지 여부를 판단한다. 상기 스텝 S133에서의 판단 결과, 두 데이터가 동극성을 가지지 아니하면, 스텝 S134에서, 운전자가 갭 개입을 함으로써 두께 불량을 방지한 경우로 최종 판단하고 종료한다.
- <91> 상기 스텝 S133에서의 판단 결과, 두 데이터가 동극성이 있으면, 스텝 S135에서, 롤 속도의 문제를 판단한다. 그 판정 방법은 아래의 [판정식 3]에 의한다.(롤 속도 수렴 여부 판정 방법)
- <92> [판정식 3]
- <93>  $|\Delta V_{R,ref} - \Delta V_{R,fbk}| \ll 1 \rightarrow$  롤 속도 수렴함.(모터 제어반의 문제가 아님.)
- <94> 여기서,  $\Delta V_{R,ref}$ 는 롤 속도 설정치이고,  $\Delta V_{R,fbk}$ 는 롤 속도 실측치(피드백치)를 나타낸다.
- <95> 상기 스텝 S135에서의 판단 결과, 롤 속도가 수렴하면, 스텝 S136에서, 갭 설정에 의한 두께 불량이 발생한 것으로 최종 판단하고, 종료한다.
- <96> 상기 스텝 S135에서의 판단 결과, 롤 속도가 수렴하지 아니하면, 스텝 S137에서, 롤 속도의 설정치와 실측치가 어느 정도 차이가 나는지를 판단하여, 그 차이가 기설정값 X(rpm)보다

작으면, 스텝 S138에서, FSU의 속도 설정이 불량한 것으로 최종 판단하고, 종료한다.

여기서, X는 상기 SCC 설정부(210)에서 설정되는 값이다.

<97>       상기 스텝 S137에서의 판단 결과, 그 차이가 기설정된 X 값보다 크면, 스텝 S139에서, 운전자의 롤 속도 개입이 존재하였는지 여부를 판단한다. 그 판단 방법은 아래의 [수학식 3]에 의한다.(운전자의 롤 개입 수동 개입 존재 유무 판단 방법)

<98>       【수학식 3】  $|\Delta V_{scsv,i} - \Delta V_{scsv,il}| > X(mpm) \rightarrow$  운전자 속도 수동 개입 존재

<99>       여기서,  $\Delta V_{scsv,i}$ 는 i 샘플에서의 운전자 롤 속도 수동 개입량이고, X는 상기 SCC 설정부(210)에서 기설정된 값으로서 본 실시예에서는 10 ~ 20 (mpm)으로 설정하였다.

<100>       상기 스텝 S139에서의 판단 결과, 운전자 개입이 존재하지 아니하면, 종료하고, 운전자 개입이 존재하면, 스텝 S140에서, 두께 실적과 장력 실적이 동극성을 가지는지 여부를 판단한다. 이때, 두께와 장력이 같은 극성을 가지지 아니하면, 이는 운전자의 속도 수동 개입으로 두께가 불량이 되는 것을 방지할 수 있음을 의미하는 것이고, 같은 극성을 가진 경우에는 운전자의 속도 개입으로 인하여 판 두께 불량이 발생하였다는 것을 의미한다.

<101>       도 1d는 네킹(Necking) 진단 방법을 나타낸 흐름도로서, 이를 상세히 설명하면, 다음과 같다.

<102>       먼저, 스텝 S151은, 네킹 현상이 주로 특정 스탠드와 DC(Down Coiler) 간에 발생하므로, DC On 시점에서 폭 변동과 두께 변동이 동극성을 가지는지 여부를 판단하는 과정이다. 상기 스텝 S151에서의 판단 결과, 동극성을 가지면, 이는 네킹이 발생하였다는 명백한 증거가 되므로, 스텝 S152에서, 최종적으로 네킹이 발생하였음을 표시하고, 종료한다.

- <103>        스텝 S153은, DC On 시점에서 폭과 두께가 동극성이 없을 경우에, 온도 변동과 두께 변동의 상관성을 분석하는 과정이다. 본 상관성 판단 방법은 상기 [판정식 2]와 같은 방법을 이용하여, 이때, 두 데이터가 상관성이 있다면, 스텝 S154에서, 최종적으로 소재의 온도 불량으로 판정되어 그 결과를 표시한 후, 종료한다.
- <104>        스텝 S155는, 두께와 온도의 상관성이 없을 경우에, 두께 변동이 발생한 스탠드에서 운전자의 겹 개입이 존재하였는지를 판단하는 과정이다. 운전자의 틀 개입 존재 유무의 판단은 상기 [수학식 1]에 의한다. 겹 개입이 존재하였다면, 스텝 S156에서, 운전자의 겹 개입 불량을 표시한 후, 종료한다.
- <105>        스텝 S157은, 두께 변동이 발생한 시점에서 겹 개입도 없는 경우, 이는 폭 변동없이 네킹이 발생한 것으로 판단되어, 그 결과를 표시한 후, 종료하는 과정이다.
- <106>        도 1e는 AGC 게인 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도로서, 이를 상세히 설명하면, 다음과 같다.
- <107>        먼저, 스텝 S161은, 두께 실측치와 목표 두께의 편차가 평가 기준값으로 수렴하는 시간을 연산하는 과정으로서, 아래의 [수학식 4]에 의한다.(두께 수렴 시간 연산 방법)
- <108>        【수학식 4】  $|h_{ref,t} - h_{bk,t}| < \varepsilon$ 을 만족하는 t를 수렴 시간(Time)으로 선정.
- <109>        여기서,  $\varepsilon$ 은 상기 SCC 설정부(210)에서 기설정되는 값으로서, 본 실시예에서는 5 (um) 이내로 선정한다.

<110>       스텝 S162는 상기 수렴 시간이 임의의 Y보다 큰지 여부를 판단하는 과정이다. 이때, 상기 계수 Y의 의미는 두께 실측치가 목표 두께에 수렴하는 최대 시간을 의미하며, 상기 SCC 설정부(210)에서 기설정된 값이다.

<111>       스텝 S163은, 상기 수렴 시간이 임의의 Y보다 큰 경우에는 모니터 AGC의 계인 부족이라고 최종적으로 판단하는 과정이다.

<112>       도 1f는 AGC 제어기 이상 진단 방법을 나타낸 흐름도로서, 두께 불량 발생시 AGC의 헌팅(Hunting)을 판단할 수 있는 알고리즘이다.

<113>       먼저, 스텝 S171은 사상 압연 출측 온도와 두께 실적의 상관도를 연산하는 과정으로서, 아래의 [수학식 5]에 의한다.(두께와 온도 실적과의 상관도 연산 방법)

<114>       【수학식 5】 
$$C_{h,T} = \frac{C_h}{C_T} * 100$$

<115>       여기서,  $0 < C_{h,T} < 1$ 을 만족한다.

<116>       또한,  $C_h = \frac{\Delta h}{100}$ ,  $C_T = \frac{\Delta T}{15}$ 이며,  $0 < C_h < 1$ ,  $0 < C_T < 1$ 을 만족한다.

<117>       단,  $C_{h,T}$ 는 두께와 온도 실적과의 상관 계수이고,  $C_h$ 는 두께 실적의 상관 계수이며,  $C_T$ 는 온도 실적의 상관 계수이다.

<118>       상기 [수학식 5]는 일반적으로 온도가 15 °C 변동할 때, 두께 실측치는 100 (um) 정도 변동한다는 실험식을 근거로 본 실시예에서 선택된 것이고, 상기 [수학식 5]에서 두께 실적이 100 (um) 이상이거나, 온도 실적이 15 °C 이상인 경우에는 각각 100 (um)와 15 °C로 정규화(Normalization)한다.



- <119>        스텝 S172는, 상기 스텝 S171에서 연산된 상관도가 기설정된 값 이상인지를 판단하는 과정이다. 두 데이터의 상관도가 낮은 경우에는 스텝 S173에서, 제어계의 게인 부족이 원인이 되므로 하기 스텝 S174를 수행한다. 본 실시예에서는 상기 기설정된 값을 0.7로 하였다.
- <120>        스텝 S174는, 두께 제어기의 불량을 판정하기 위하여 압연 하중의 정상부 실적을 주파수 분석하는 과정이다. 이어서, 스텝 S175에서, 일반적으로 주파수 분석에서 자주 나타나는 스킵드 마크 주파수와 롤 편심에 대한 주파수 성분을 제거한 후, 스텝 S176 및 스텝 S177에서, 모니터 AGC의 주파수 성분과 롤 포스(Roll Force) AGC의 주파수 성분이 있는지 여부를 검토한다. 이때, 각각의 주파수 fa와 fb 성분은 상기 SCC 설정부(210)에서 사전에 설정되는 값으로 일반적으로 열간 사상 압연에서는 각각 0.5 (Hz), 1 (Hz) 성분이 나타난다.
- <121>        상기 주파수 분석 후, 각각의 AGC의 주파수가 감지되는 경우에는 헌팅을 표시하는 스텝 S178 및 스텝 S179를 실행한 후, 종료한다.
- <122>        도 2 및 도 3은 본 발명에 적용되는 사상 압연에 있어서 제어성 이상 진단 장치의 개략적인 구성도로서, 이를 상세히 설명하면, 다음과 같다.
- <123>        본 발명에 적용되는 제어성 이상 진단 장치는, 목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 설정값을 인가하는 SCC 설정부(210)를 포함한다.
- <124>        또한, 두께계(205), 입측 온도계(204), 출측 온도계(206), 압연 하중 측정 센서(207) 및 롤 갭 측정 센서(208)로부터 각각 실측 데이터를 수집하기 위한 실측 데이터 수집부(211)를 포함한다.

- <125> 또한, 출력 두께계가 로드온되었는지를 판정하는 출력 두께계 로드온 판단부(212)를 포함한다.
- <126> 한편, 본 제어성 이상 진단 장치는 크게 FSU 이상 진단 모듈, 선단부 V 자 불량 판단 및 원인 판단 모듈, 네킹 발생 진단 모듈, AGC 게인 이상 진단 모듈 및 AGC 제어기 이상 진단 모듈로 나눌 수 있는 바, 이하에서는 이를 세분하여 설명한다.
- <127> 먼저, FSU 이상 진단 모듈을 설명한다.
- <128> 상기 FSU 이상 진단 모듈은, 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 큰지 유무를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부(213), 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크면 운전자의 개입 여부 및 APC 불량 유무를 판단하는 운전자 개입 및 APC 판단부(214), 압연 하중 편차가 기설정된 값보다 크면 선단부 하중과 판 두께가 상관성이 있는지를 판단하여 FSU 변형 저항 예측 불량이 있는지를 판정하는 압연 하중 편차 판단부(215), 출력 온도 실적이 임의의 설정값보다 크면 출력 온도와 판 두께 실적이 상관성이 있는지를 판단하여 FSU 온도 예측 불량이 있는지를 판정하는 온도 편차 판단부(217)를 포함하여 구성된다.
- <129> 상기 선단부 V 자 불량 판단 및 원인 판단 모듈은, 상기 두께계 On 시점부터 일정한 구간의 두께 실적을 추출하고 두께 편차가 기설정된 값보다 작은지를 판단하여 이 구간에서의 두께 실적 최소치를 계산하는 판 두께 최소치 연산부(217), 상기 최소치 추출 위치에서 일정한 구간의 두께 데이터 실적을 추출하는 이상 판정 두께 추출부(218), 상기 구간에서의 두께 실적치 최대치를 연산하는 판 두께 최대치 연산부(219), 상기 두께 실적 최소치와 최대치의 편차가 기설정값보다 큰지를 판단하여 선단부 판 두께 V 자형 결함이 발생하였는지 여부를 판단하는 선단 두께 V 자 결함 판단부(220), 상기 두께 실적과 출력 온도 실적이 상관성이 있는지 여부를 판단하는 두께/온도 실적 상관성 판단부(221), 상기 V 자 불량이 운전자의 롤 갭 개입과 동

극성을 가지는지 여부를 판단하는 두께/운전자 개입 상관성 판단부(222), 롤 속도의 수렴 여부를 판정하는 속도 설정 판단부(223), 상기 롤 속도 편차가 어느 정도 큰지를 판단하고 운전자의 롤 속도 수동 개입 존재 유무를 판단하여 두께 실적과 장력이 동극성을 가지는지를 최종적으로 계산하여 롤 속도 개입이 발생했는지 여부를 판정하는 운전자 개입 판단부(224)를 포함하여 구성된다.

<130>       상기 네킹 발생 진단 모듈은, DC On 시점에서 폭 변동과 두께 변동이 동극성을 가지는지 여부를 판단하여 동극성을 가지면 네킹이 발생하였다고 최종적으로 판단하는 두께/폭 극성 판단부(330), 온도 변동과 두께 변동의 상관성을 판정하여 상관성이 있으면 소재 온도 불량으로 최종 판정하는 온도/두께 극성 판단부(331), 두께 변동이 발생한 스탠드에서 운전자의 갭 개입이 존재하였는지를 판단하여 운전자 갭 개입 불량을 최종적으로 판정하는 두께/갭 발생 시점 판단부(332), 두께 변동이 발생한 시점에서 갭 개입도 없었다면 이는 폭 변동 없이 네킹이 발생한 것으로 최종 판단하는 네킹 표시부(333)를 포함하여 구성된다.

<131>       상기 AGC 게인 이상 진단 모듈은, 두께 실측치와 목표 두께의 편차가 평가 기준값으로 수렴하는 시간을 연산하는 두께 수렴 시간 연산부(334), 상기 수렴 시간이 상기 SCC 설정부에서 설정된 기설정값보다 큰지 여부를 판단하는 두께 수렴 시간 판단부(335), 상기 수렴 시간이 기설정값보다 크면 모니터 AGC의 게인 부족을 최종적으로 판단하여 표시하는 AGC 게인 부족 표시부(336)를 포함하여 구성된다.

<132>       상기 AGC 제어기 이상 진단 모듈은, 사상 압연 출측 온도와 두께 실적의 상관도를 연산하기 위한 온도/두께 상관도 연산부(337), 상기 온도/두께의 상관도 크기를 판단하기 위한 온도/두께 상관도 판단부(338), 상기 상관도가 기설정값보다 작으면 압연 하중의 정상부 실적을

주파수 변환하기 위한 압연 하중 주파수 변환부(339), 사상 압연 두께 실적의 주파수 분석에서 자주 나타나는 스킴드 마크 주파수 및 롤 편심에 대한 주파수 성분을 제거하여 모니터 AGC의 주파수 성분과 롤 포스 AGC의 주파수 성분이 감지되는지 여부를 판단하는 주파수 판단부(340), 상기 각각의 주파수가 감지되면 모니터 AGC 헌팅인지 롤 포스 AGC 헌팅인지를 최종적으로 판단하여 표시하는 AGC 이상 표시부(341)를 포함하여 구성된다.

<133>        이상에서 본 발명에 대한 기술 사상을 첨부 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 가장 양호한 일 실시예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자이라면 누구나 본 발명의 기술 사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

#### 【발명의 효과】

<134>        앞서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명은, 품질 제어 시스템에 의하여 고품질의 제품을 생산하기 위하여 운전자가 순간적으로 판단할 수 없는 품질 및 제어 이상 원인을 빠르게 추정하기 위하여 제어 설비의 이상 유무를 판단함으로써, 사상 압연 이상 진단을 수행하는 효과가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

사상 압연에서 제어성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 제어성 이상 진단 장치에 있어서,

목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부;

상기 SCC 설정부에서 설정한 목표값과 실측값과의 두께 편차가 관리 공차보다 큰지 유무를 판단하기 위한 두께 편차 과다 판단부;

상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고,  $i$  샘플에서의 운전자 롤 갭 수동 개입량과  $i+1$  번째 운전자 롤 갭 수동 개입량의 차가 상기 SCC 설정부에서 기설정된 값보다 크면, 운전자의 롤 갭 수동 개입에 의한 불량으로 최종 판정하는 운전자 개입 판단부;

상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고,  $i$  샘플에서의 롤 갭 설정치와 롤 갭 실측치의 편차가 0으로 수렴하면, APC 불량으로 최종 판정하는 APC 판단부;

상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고, 압연 하중 편차가 기설정된 값보다 크면, 선단부 하중과 판 두께가 상관성이 있는지를 판단하여 FSU 변형 저항 예측 불량이 있는지를 판정하는 압연 하중 편차 판단부; 및

상기 두께 편차가 수요가의 관리 공차보다 크고, 출측 온도 실적이 임의의 설정값보다 크면, 출측 온도와 판 두께 실적이 상관성이 있는지를 판단하여 FSU 온도 예측 불량이 있는지를 판정하는 온도 편차 판단부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치.

### 【청구항 2】

사상 압연에서 제어성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 제어성 이상 진단 장치에 있어서,

목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부;

두께계 On 시점부터 일정한 구간의 두께 실적을 추출하고 두께 편차가 상기 SCC 설정부에서 기설정된 값보다 작은지를 판단하여 이 구간에서의 두께 실적 최소치를 계산하는 판 두께 최소치 연산부;

상기 최소치 추출 위치에서 일정한 구간의 두께 데이터 실적을 추출하는 이상 판정 두께 추출부;

상기 일정 구간에서의 두께 실적치 최대치를 연산하는 판 두께 최대치 연산부; 및

상기 두께 실적 최소치와 최대치의 편차가 기설정값보다 큰지를 판단하여 선단부 판 두께 V 자형 결함이 발생하였는지 여부를 판단하는 선단 두께 V 자 결함 판단부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치.

### 【청구항 3】

제 2 항에 있어서,

선단부 판 두께 V 자형 결함이 발생한 것으로 최종 판단되면, 상기 두께 실적과 출측 온도 실적이 상관성이 있는지 여부를 판단하여 상관성이 있으면, 전단 스탠드의 온도 냉각에 불량이 있는 것으로 최종 판정하는 두께/온도 실적 상관성 판단부;

상기 V 자 불량이 운전자의 롤 갭 개입과 동극성을 가지는지 여부를 판단하여 동극성이 없으면, 운전자의 갭 개입으로 두께가 확보된 것으로 최종 판정하는 두께/운전자 개입 상관성 판단부;

롤 속도 설정치 및 실측치의 차이가 0으로 수렴하면, 갭 설정에 의한 두께 불량이 발생한 것으로 최종 판정하는 속도 설정 판단부; 및

상기 롤 속도 설정치 및 실측치의 편차가 0으로 수렴하지 않고 상기 SCC 설정부에서 기 설정된 값보다 크면 FSU 속도 설정 불량으로 판단하고, 상기 두께 실적과 장력이 동극성을 가지는지를 최종적으로 계산하여 롤 속도 개입이 발생했는지 여부를 판정하는 운전자 개입 판단부;

롤 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치.

#### 【청구항 4】

사상 압연에서 제어성 이상 원인을 추정하여 압연판의 품질 정도를 높이기 위한 사상 압연 제어성 이상 진단 장치에 있어서,

목표 두께, 목표 하중, 롤 속도 및 롤 갭 등의 목표 설정값을 결정하는 SCC(Supervisory Control Computer) 설정부;

사상 압연 출측 온도와 두께 실적의 상관도를 연산하기 위한 온도/두께 상관도 연산부;

상기 온도/두께의 상관도 크기가 상기 SCC 설정부에거 기설정된 값보다 작으면, 압연 하중의 정상부 실적을 주파수 변환하기 위한 압연 하중 주파수 변환부;

사상 압연 두께 실적의 주파수 분석에서 자주 나타나는 스킨드 마크 주파수 및 롤 편심에 대한 주파수 성분을 상기 압연 하중 주파수 변환부의 결과물에서 제거하여 모니터 AGC의 주파수 성분과 롤 포스 AGC의 주파수 성분이 감지되는지 여부를 판단하는 주파수 판단부; 및

상기 각각의 주파수가 감지되면 모니터 AGC 헌팅인지 롤 포스 AGC 헌팅인지를 최종적으로 판단하여 표시하는 AGC 이상 표시부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치.

#### 【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 두께 실측치와 목표 두께의 편차가 평가 기준값으로 수렴하는 시간을 연산하는 두께 수렴 시간 연산부;

상기 수렴 시간이 상기 SCC 설정부에서 설정된 기설정값보다 큰지 여부를 판단하는 두께 수렴 시간 판단부; 및

상기 수렴 시간이 기설정값보다 크면 모니터 AGC의 게인 부족을 최종적으로 판단하여 표시하는 AGC 게인 부족 표시부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치.



## 【청구항 6】

제 1 항, 제 2 항 또는 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

DC(Down Coiler) On 시점에서 폭 변동과 두께 변동이 동극성을 가지는지 여부를 판단하여 동극성을 가지면 네킹(Necking)이 발생하였다고 최종적으로 판단하는 두께/폭 극성 판단부;

온도 변동과 두께 변동의 상관성을 판정하여 상관성이 있으면 소재 온도 불량으로 최종 판정하는 온도/두께 극성 판단부;

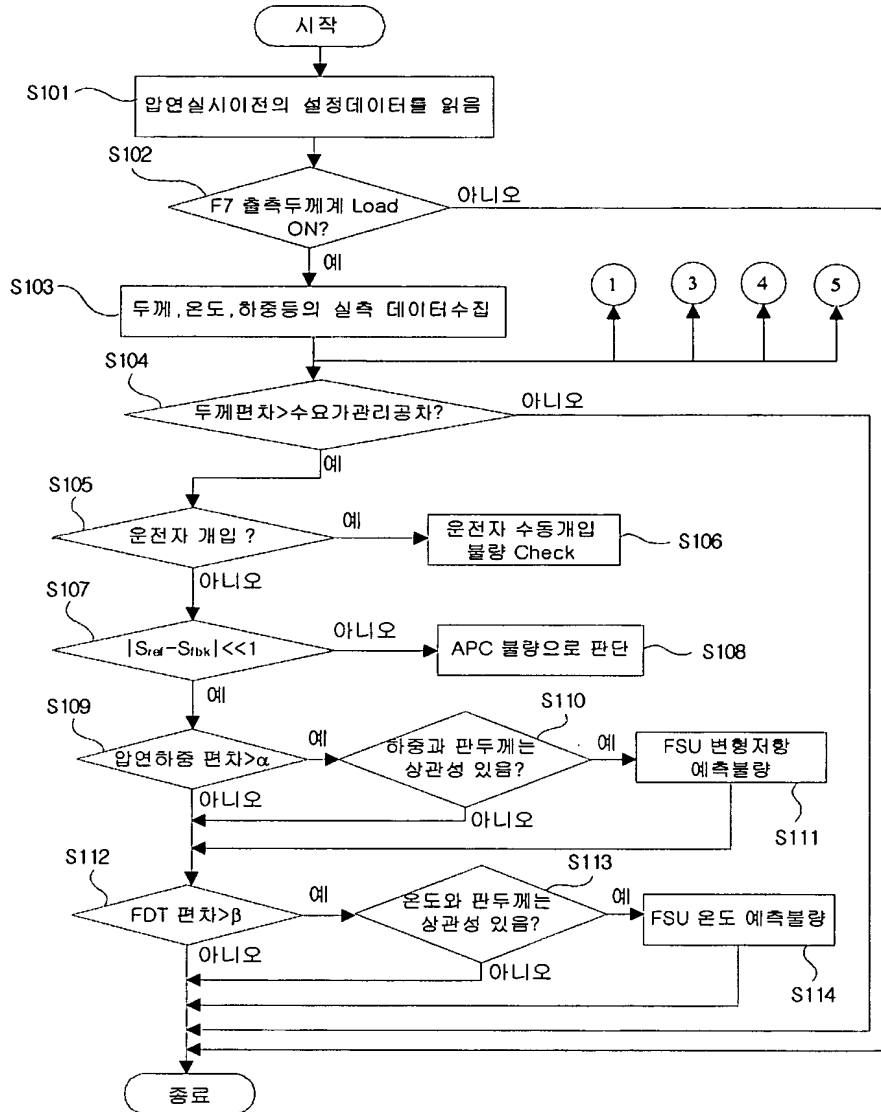
두께 변동이 발생한 스탠드에서 운전자의 겹 개입이 존재하였는지를 판단하여 운전자 겹 개입 불량을 최종적으로 판정하는 두께/겹 발생 시점 판단부; 및

두께 변동이 발생한 시점에서 겹 개입도 없었다면 이는 폭 변동 없이 네킹이 발생한 것으로 최종 판단하는 네킹 표시부;

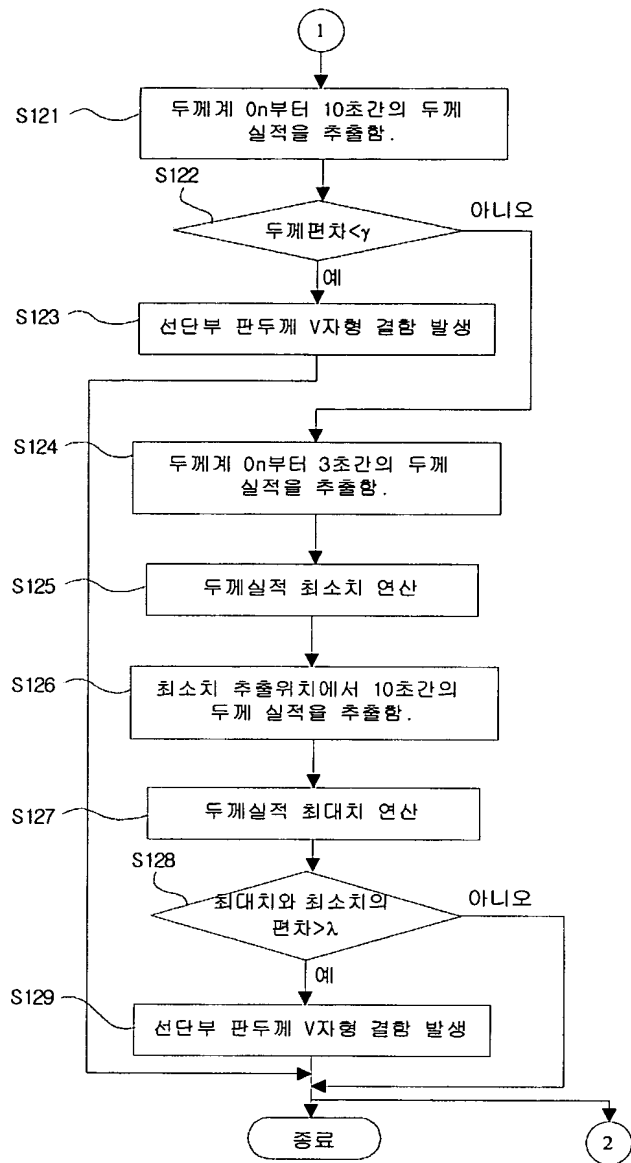
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사상 압연 제어성 이상 진단 장치.

【도면】

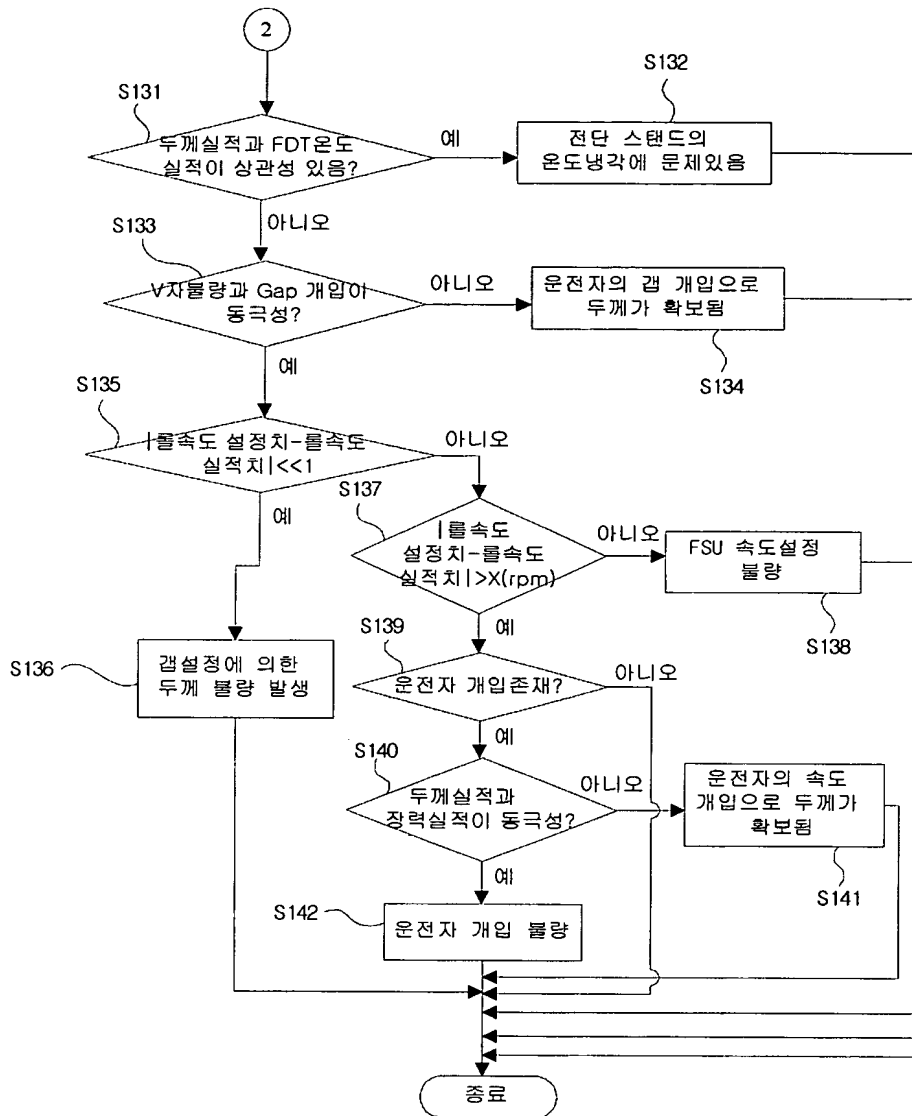
【도 1a】



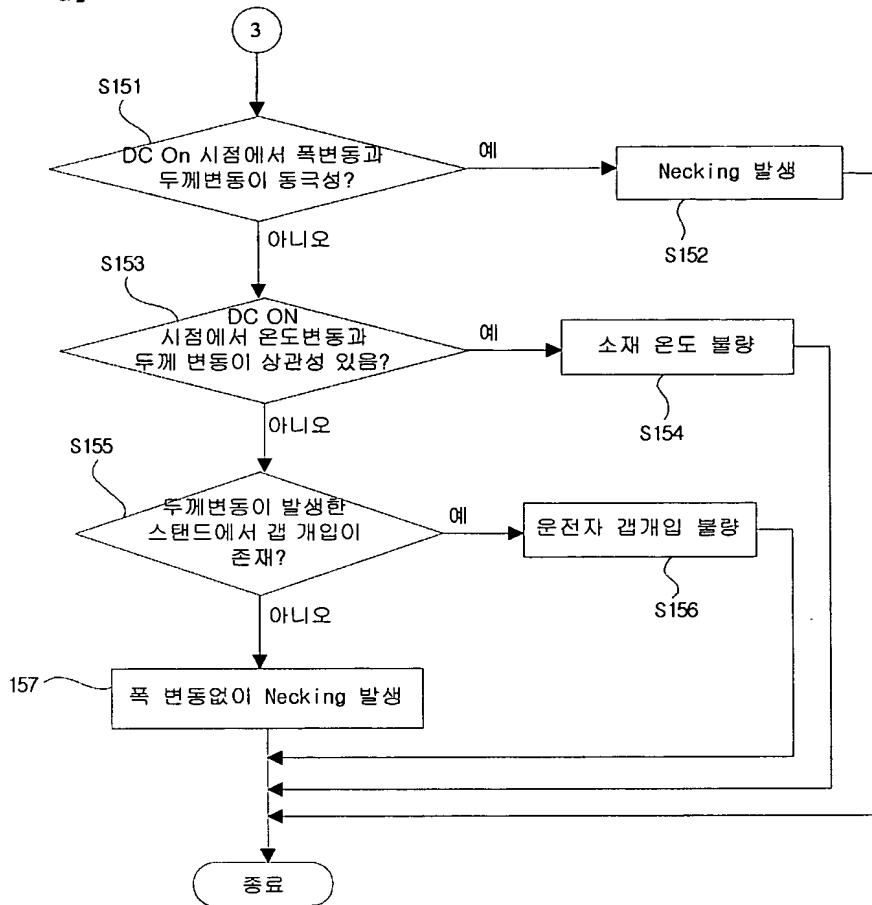
【도 1b】



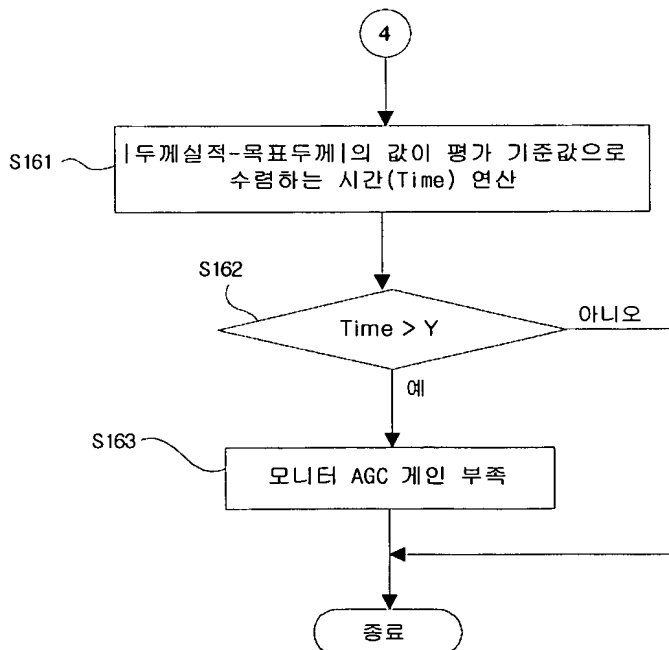
【도 1c】



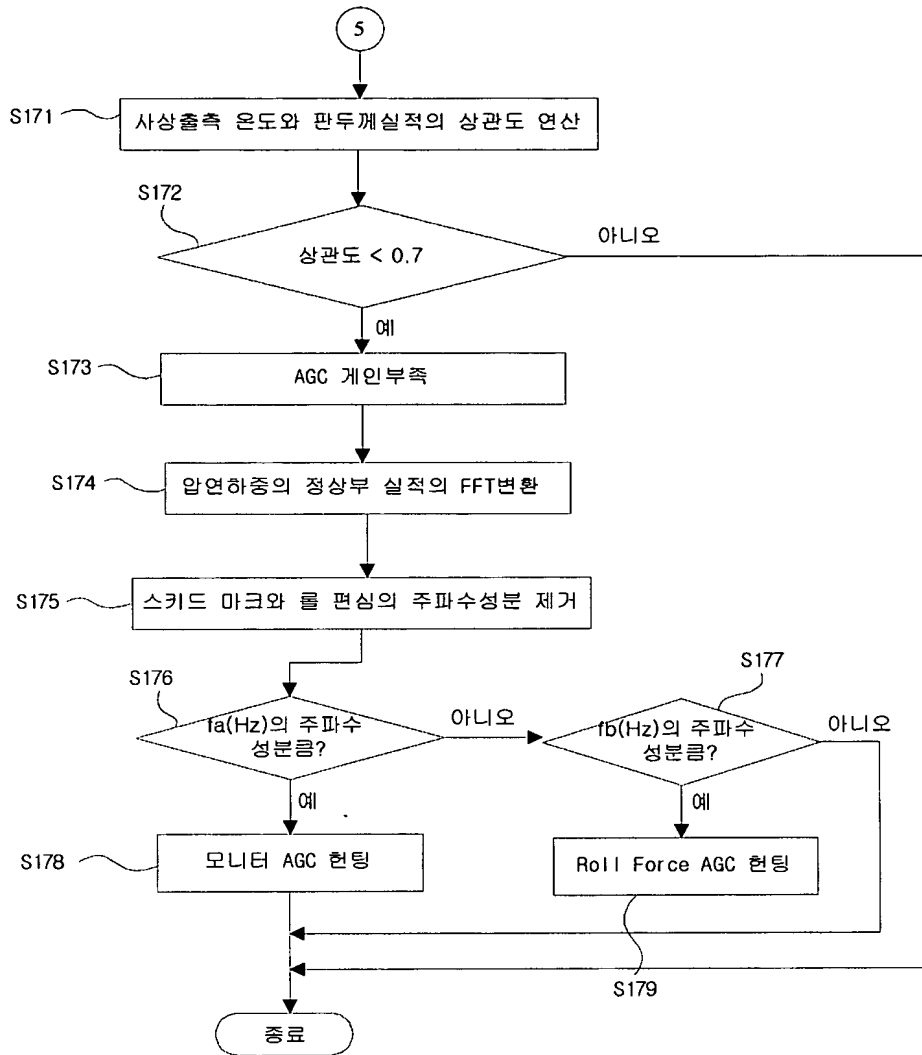
【도 1d】



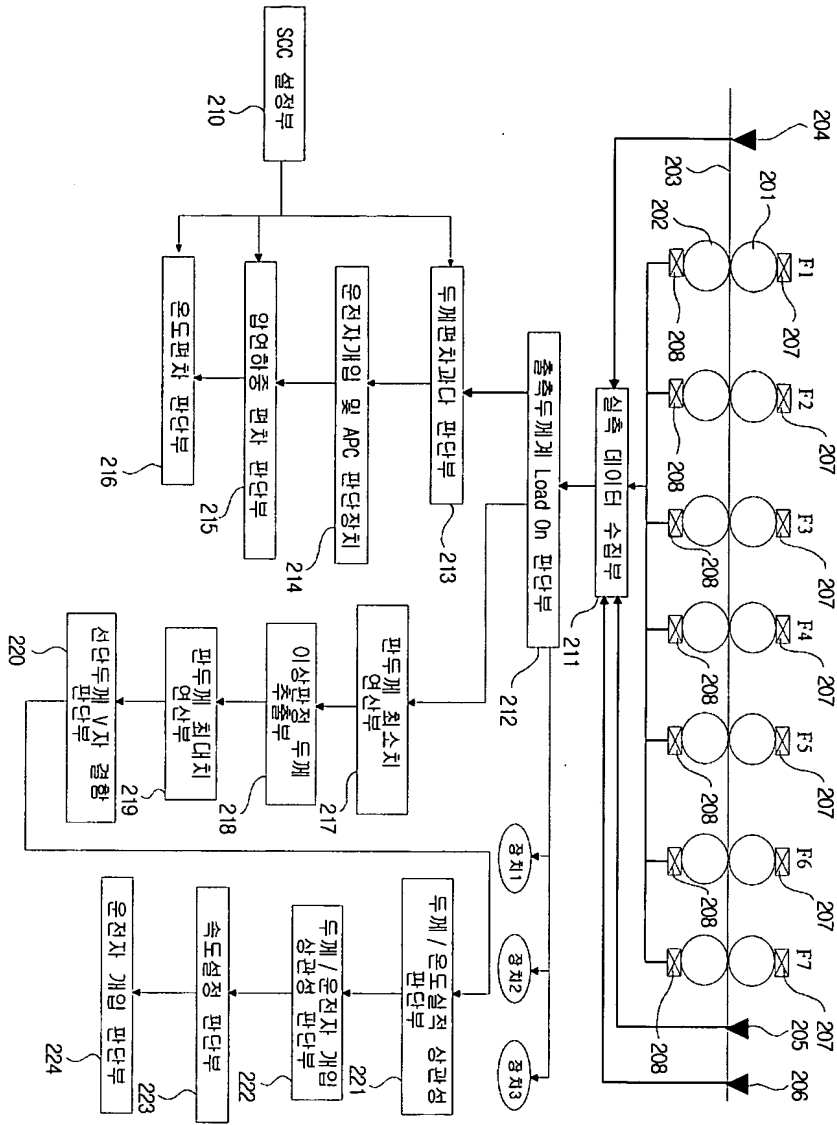
【도 1e】



【도 1f】



【도 2】



【도 3】

